

# РЕЗУЛТАТИ ОТ БЕТА-АКТИВНОСТ НА МОРСКА ВОДА ПО БЪЛГАРСКОТО КРАЙБРЕЖИЕ

Настя Ванкова, Иван Иванов

*Национален институт по метеорология и хидрология, филиал Варна*

## BETA RADIOACTIVITY MEASUREMENT RESULTS OF SEAWATER AT THE BULGARIAN SEACOAST

Nastya Vankova, Ivan Ivanov

*National Institute of Meteorology and Hydrology, Varna Branch*

### РЕЗЮМЕ

Водите на Черно море по нашето крайбрежие са важен елемент от развитието на курортни обекти и различни стопански дейности. Използват се за морски бани, лечение, аквакултури и поддържане на уникални екосистеми. Затова проследяването и контролирането на естествения радиологичен фон е от изключително важно значение за съхраняване на чистотата на черноморската крайбрежна вода. Мониторинговите данни за измерване на обща гама- и бета-радиоактивност в определени точки от бреговата зона се събират вече 42 години от мрежата към Националния институт по метеорология и хидрология. Продължителният и непрекъснат период дава възможност за оценка на общия естествен фон на морската среда, дължащ се на смес от природни радионуклиди.

Само при наличие на дълга редица от данни лесно биха се уловили замърсители от техногенен произход, резултат на неправилна човешка дейност.

Мониторингът показва радиологичните показатели на морската вода в българския крайбрежен район и степента на зависимост от замърсяванията на световния океан или при пренос на техногенни радиоизотопи в атмосферни отлагания.

Засега нашето море е чисто.

**Ключови думи:** бета-радиоактивност, морска вода, радиологични показатели

### ABSTRACT

Bulgaria's Black Sea coastal waters are a key component in the development of tourism and various other trade activities. They are used for sea bathing, healing, aquaculture and sustaining unique ecosystems. Monitoring and controlling the natural background radiation is of utmost importance to preserving the purity of coastal seawater. Data for the joint gamma and beta radioactivity along the Bulgarian coastline has been gathered for 42 years by the network of the Bulgarian National Institute of Meteorology and Hydrology. The data over this continuous and uninterrupted timespan provides a benchmark against which to assess the joint background radiation of the coastal environment caused by naturally occurring radionuclides. Comparing novel measurements to this extensive database could show the presence or lack of pollutants caused by human activity.

Our monitoring includes gathering radiological indicators of seawater in Bulgaria's coastal regions and analyzing its dependency on World Ocean pollution and the transfer of technogenic radioisotopes through the atmosphere.

As it currently stands, we consider the Bulgarian seacoast waters to be clean.

**Keywords:** beta radioactivity, seawater, radiological indicators

## УВОД

Едно от най-големите ни природни богатства е границата ни с Черно море. То ни дава простор и излаз към Световния океан, източник е на храна, дава поминък на населението, място за отдих и формира цяла климатична област от територията на страната ни. Все по-важна и съществена с времето, в което живеем, става една от характеристиките на качеството на крайбрежните ни води – тяхната радиоактивност. Измерването ѝ дава възможност за оценка на естествения радиологичен фон. Изучаването на вариациите му са сигнал за евентуални антропогенни замърсявания.

Радиоактивността на морската вода се определя от сумарното лъчение на радиоактивните изотопи на химичните елементи, съдържащи се в нея. Тя се дели на естествена и изкуствена (техногенна). Източници на естествени радионуклиди в морето са основно от литосферата и в по-малка степен от атмосферата – чрез валежи и вторично космическо лъчение. Радиоелементите в отлаганията, постъпващи от литосферата, са в оттоците на разтворени или твърди частици от сушата на водосборния му басейн, бреговата абразия, излужване на дънни седименти.

Естествената радиоактивност на морската вода, около 98%, е резултат от лъчението на радиоактивния изотоп калий-40, който е основно бета-активен. Следващите по-значими елементи са: рубидий-87 (бета-активен), уран-238, торий-232 и други, но в значително по-малки количества. Сумарната естествена бета-активност почти изцяло се определя от калий-40. Водата на Черно море е с по-ниска соленост спрямо Средиземно море и Световния океан, т.е. концентрациите на калий-40 са по-малки. Това е една от причините нивата на естествена радиоактивност на черноморската вода да са по-ниски спрямо тях. Стойността им се определя основно от бета-лъчението (4).

Антропогенната компонента на радиоактивността се появява с началото на атомната ера в човешката дейност или след Втората световна война. Тя съдържа обикновено силно завишени природни радиоизотопи и редица нови видове с изцяло техногенен произход, които биха могли да окажат негативно влияние върху морската екосистема. Особено токсични са дългоживущите радионуклиди, които най-често се получават от аварии от ядрени дейности: стронций-90, цезий-137, натрий-24, манган-56, церий-144. Най-сериозният инцидент в близост до нашите черноморски води със сериозни последици е ава-

рията в Чернобил. В по-ново време различни институции са изследвали концентрацията и движението на изхвърлените тогава радиоизотопи в крайбрежната ни черноморска зона и тяхното акумулиране в повърхностните води, седименти, биота (1,3,9). Степента на възможна пределна замърсеност на черноморските ни екосистеми е определена в редица нормативни документи (5,6,7).

Процесите на миграция и смесване на вече постъпили в морската вода радиочастици, независимо от техния произход, се дължат основно на морски течения, адвективен и турбулентен обмен, ветрови вълнения, дифузии, абсорбция на разтворените във водата и в дънните наноси, механични разбърквания от дъното, поглъщане, преработка и пренос от хидробиотата, обмен на вода от речни притоци или съседни морски басейни. Черно море е затворено със слаба връзка със Световния океан, която се осъществява чрез тесни протоци с малка дълбочина – Босфора и Дарданелите, има слаб и бавен водообмен с външни големи източници (2). Посоката му по нашето крайбрежие е обратна на основното морско течение от север на юг.

Тези особености го предпазват от крупни радиоактивни замърсявания от големите водни басейни. По-вероятен е радиопренос чрез петте големи реки, вливащи се в морето и около които се осъществява човешка стопанска дейност. Труден е водообменът между повърхността и дълбочинните слоеве. Изолираността води до бавно самоочистване, но и самото радиозаразяване от големи световни аварии е по-малко вероятно.

Предвид всички гореспоменати особености на нашето черноморско крайбрежие и спецификата на лъчение на природните радионуклиди, са подбрани и подходящите методи за радиоекологичен мониторинг, което е и една от възложените задачи на Националния институт по метеорология и хидрология (НИМХ), филиал Варна. Изследва се гама- и общият бета-радиоактивен фон на повърхностната крайбрежна морска вода. В тази статия са показани някои резултати от непрекъснатия дългогодишен мониторинг на радиометричната лаборатория към филиала. Събирането на данни при едни и същи условия, място, начин на пробовземане и измервания е важно за познаване на естествените дозови натоварвания във водата и биотата с течение на дълъг период от време. Това е предпоставка за следене на чистотата на водите и бърз начин да се отчетат евентуални техногенни замърсявания.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

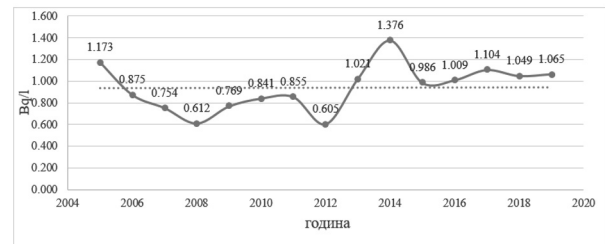
Филиал Варна към НИМХ разполага с две радиометрични лаборатории – Варна и Бургас. Те са част от мониторинговата мрежа на института за измерване на обща бета-фонова радиоактивност на територията на страната от различни атмосферни и водни проби. Регулярната програма на лабораториите включва ежемесечно пробовземане в график на морска вода от пунктове Варна и Бургас и нейното измерване. По методика пробата се набавя от едно и също място, сутрин в един и същи час, в бутилка, близо до бреговата ивица и от дълбочина между 0,50 и 1,00 м. Веднага се прави гама-радиометрия с дозиметричен уред на 1 см от повърхността на водата в специален керамичен съд. За нуждите на изследването се концентрира 0,100 л морска вода до сухо вещество. Извършва се обща бета-радиометрия на подготвената проба на същия ден за късоживуща активност и на 120 час – дългоживуща. Измерванията са с радиометри със сонда по метода на сравнителния анализ с еталон и се пресмята по формула специфична обща бета-радиоактивност в Bq/l. Проследяването ѝ в пети ден дава възможност за изследване дали има запазване на стойностите от първия ден и се анализира скоростта на намаляване на първоначалната активност. Задържането им е белег за типично техногенно замърсяване и първа индикация да се премине към друг вид измервания на пробите. След инцидента в Чернобил регулярният мониторингов план е преминал в режим на аварийен и са се проследявали по часове и дни данните за взетите проби в първия месец. Включено е пробонабиране допълнително на пясък от брега и биота: водорасли, риба, миди.

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

На гама-измервания стойностите са обичайно между 0,13 до 0,16  $\mu\text{Sv/h}$ . Не се отличават от нормалния гама-фон за район Варна, който е 0,10  $\mu\text{Sv/h}$ .

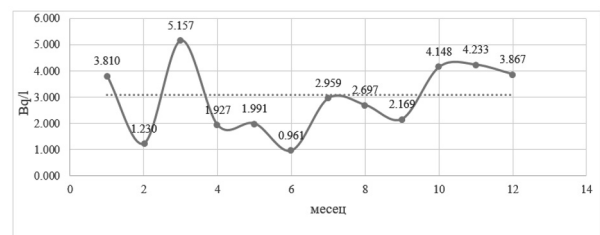
Резултатите от измерването на бета-активността на черноморска вода от повърхностен крайбрежен слой са обобщени на фиг. 1. Данните са от пункт Варна. Избран е последният петнадесетгодишен непрекъснат период от 2005 до 2019 година включително. Всяка точка от графиката е годишна средноаритметична стойност на измерена дългоживуща активност (пети ден) в Bq/l от всички проби. Резултатите по години се движат под и над 0,940 Bq/l. Вижда се ясна устойчивост в големината на данните, без динамика във време-

то, не се различават съществено както помежду си, така и спрямо нормалните фонове (7). Липсва техногенно замърсяване. Това се потвърждава и от изследванията на други автори за наличие на техногенни радионуклиди във варненската морска екосистема: цезий-137, стронций-90, плутоний-239, плутоний-240 (1,3,9). Минималните следи от тези елементи и тенденцията им за намаляване не оказва влияние върху общата радиоактивност.



Фиг. 1. Средногодишни стойности на обща бета дългоживуща радиоактивност на проби от повърхностна морска вода в пункт Варна

На фиг. 2 са дадени същите измервания, отново във Варна, но усреднени месечни за период от една година – 1981. Избран е по-стар период и от преди аварията в Чернобил.



Фиг. 2. Средномесечни стойности на обща бета дългоживуща радиоактивност на проби от повърхностна морска вода в пункт Варна

Забелязва се, че по абсолютна стойност резултатите са по-високи, макар и отново ненадвишаващи безопасните норми и имайки същия ход на развитие. Антропогенното замърсяване на моретата и океаните е започнало от извършените подземни, надземни и подводни ядрени опити, от инциденти в атомни кораби и подводници, промишлени аварии. След споразуменията за спиране на ядрените опити и повишаване на изискванията за безопасност при използване на атомната енергия през последните години се наблюдава устойчиво и значително снижение на естествения фон, което говори за самоочистване на морската среда. Това се вижда ясно при сравняването на фиг. 1 и 2.

Всички заключения и изводи се отнасят и за пункт Бургас, който е представителен за Южно-Черноморие, т.к. измерванията там и получените резултати от тях съвпадат с пункт Варна.

В радиологията проблем за живите организми представляват скоковете в порядъците на стойностите на измерванията. От всички видове проби, които са изследвани след аварията в Чернобил, най-слабо са засегнати повърхностните морски крайбрежни води. Активностите на проби от Варна от 01. и 05.05.1986 г. са съответно  $A=30,04 \text{ Bq/l}$ ,  $A=46,26 \text{ Bq/l}$ . Вижда се, че има скок, но той не е от голям порядък, а стойностите за останалите дни през май са около нормалните. През юни варират от 10,84 до 20,60 Bq/l. Тоест радиоактивният фон на повърхностната черноморска вода е бил слабо повишен и бързо е спаднал. Основно замърсяването е било в по-голяма дълбочина и е акумулирано от организми от биотата. За сравнение може да се разгледат фонови измервания на обща бета-радиоактивност в наши дни на морска вода в близък до Черно море район – на турско крайбрежие, Дарданели (8). Поради редица особености на района и без наличие на аварийна ситуация, стойностите на бета-лъчението там са като нашите през юни след Чернобил. Може да се каже, че при нас завишеното е нормално за други места или не е толкова силно, както са били обектите на сушата.

### ИЗВОДИ

Анализирайки многогодишните старателно събирани данни за обща бета-радиоактивност на повърхностни морски води от нашето черноморско крайбрежие могат да се обобщят следните изводи:

- Естественят фон е нисък или съизмерим с този на Световния океан, като в последните няколко десетилетия се наблюдава трайно намаляване.
- Това е признак за самоочистване на средата от стари техногенни замърсявания и липса на новопостъпили такива.
- Поради своите характерни особености крайбрежната ни вода по-трудно може да се зарази от външни влияния, ако това не е крупномасштабна авария в близък район.
- Към настоящия момент морската ни вода е чиста от замърсявания със силно токсични радионуклиди, резултат на човешка дейност и нейната радиоактивност се определя основно от естествени елементи.

Задачата ни е да опазим нашето прекрасно черноморско крайбрежие в този вид и да не допускаме неговото дългосрочно унищожаване.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Благородка Велева, „Изследване на радиоактивността по българското черноморско крайбрежие“, НИМХ, 2006 г.
2. Валентина Тодорова, Снежана Мончева и съавт. „Първоначална оценка на състоянието на морската околна среда, съгласно чл.8 от НООСМВ, 2013 г.“, Институт по океанология – БАН.
3. Донка Станева, Иванка Йорданова, Лидия Мишева, Елица Павлова, Цветанка Бинева, „Техногенна и естествена радиоактивност в проби от Черно море (Варненския залив)“, том LX, „Хранителна наука, техника и технологии - 2013“, 18-19 октомври 2013, Пловдив.
4. ESCB 724 „Замърсяване на почвите и въздействие върху екосистемите“, Нов Български Университет.
5. Закон за безопасно използване на ядрената енергия“, обн. ДВ, бр.63 от 28.06.2002 г.
6. Наредба № 8 от 25.01.2001 г. за Качеството на крайбрежните морски води, обн. ДВ, бр. 10, 02.02.2001 г.
7. Наредба № Н-4 от 14.09.2012 г. за характеризиране на повърхностните води, обн. ДВ, бр.22, 05.03.2013 г.
8. Kam E, Once M, Yumun S, “The Origin of the Gross Alpha and Beta Radiation Values of the Waters of Canakkale Strait (Canakkale/Turkey)”, Journal of the Turkish Chemical Society, 2017, 4(3): 729-738.
9. „Черное море наконец очистилось от чернобыльского плутония“, <https://nauka.tass.ru/nauka/6818394>, Journal of Environmental Radioactivity.

#### Адрес за кореспонденция:

Настя Ванкова, Иван Иванов  
Национален институт по метеорология и хидрология, филиал Варна  
местност Свети Никола 10  
Варна, 9000  
e-mail: [nastya.vankova@meteo.bg](mailto:nastya.vankova@meteo.bg);  
[Ivan.Ivanov@meteo.bg](mailto:Ivan.Ivanov@meteo.bg)